

Diseño de plantillas para la creación de actividades educativas con Realidad Aumentada en AuthorAR

Salazar Mesía, Natali¹, Sanz, Cecilia^{1,2}, Gorga Gladys¹

¹Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

²Investigador Asociado de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires

{nsalazar, csanz, ggorga}@lidi.info.unlp.edu.ar

Abstract. En este trabajo se presenta un estudio de librerías de Realidad Aumentada (RA) y de un conjunto de herramientas de autor para RA, lo que ha dado lugar al diseño y desarrollo de plantillas de actividades educativas con esta tecnología, en una herramienta de autor llamada AuthorAR. Se inicia con el análisis de una selección de librerías de RA donde se consideran los tipos de reconocimiento, detección y seguimiento que posibilitan, sus licencias, plataformas para desarrollo y versionado. Luego, se presenta una revisión de herramientas de autor que hace referencia a su uso en el ámbito educativo, en particular con actividades educativas con RA. A partir de este estudio, se comparan y se analizan funcionalidades y aspectos no considerados en estas herramientas para luego, proponer el diseño de plantillas para la creación de actividades educativas con RA. En particular, se ha visto la necesidad de incluir en las herramientas de autor, facilidades para la creación de actividades educativas que incorporen geoposicionamiento y reconocimiento del rostro. El artículo presenta el diseño de plantillas para la creación de este tipo de actividades, a partir del uso de determinadas librerías estudiadas. Estas plantillas se integrarán en la herramienta de autor AuthorAR.

Keywords: Realidad Aumentada, Actividades Educativas, Librerías de Realidad Aumentada, Herramientas de Autor, Plantillas de actividades educativas con Realidad Aumentada.

1 Introducción

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha ido integrándose en los procesos de enseñar y aprender. Muchos docentes trabajan para incorporar diferentes tipos de actividades que involucren tecnología en el aula, con el objetivo de mejorar tanto la motivación de los estudiantes como el tratamiento de contenidos. La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología prometedora utilizada frecuentemente en diferentes áreas como turismo, medicina, entrenamiento militar, etc. Particularmente, en el ámbito educativo, el uso de la RA permite incluir actividades de exploración de nuevos contenidos o actividades de repaso para analizar contenidos vistos, entre otros [1]. Su utilización en este campo ha aumentado en los

últimos años. Los recursos involucrados en su implementación son cada vez menos costosos, gracias a la evolución de la tecnología. Un ejemplo de ello es la mejora continua en las funcionalidades que ofrecen los dispositivos móviles.

En [2] se realiza un análisis de 57 experiencias educativas que utilizan RA en dispositivos móviles. Algunos de los resultados obtenidos identifican el crecimiento exponencial del uso de esta tecnología en educación, y confirman los presentados en el *New Media Consortium Horizon Report* [3]. También se destaca como resultado, que la tendencia es realizar desarrollos para sistemas operativos móviles como iOS y Android.

Por otro lado, las experiencias educativas utilizan aplicaciones con diferentes niveles de RA. La aplicación puede involucrar RA de nivel 0, donde el reconocimiento parte de un código QR, de nivel 1 basado en marcadores, de nivel 2 basado en la ubicación o de nivel 3 basado en la visión aumentada [4]. En particular, aquellas basadas en la localización trabajan sin marcadores. Detectan la posición del usuario con la ayuda de: GPS, acelerómetro, brújula digital y la superposición de objetos virtuales sobre los espacios físicos.

En [5] se describe una experiencia con una aplicación de RA basada en geolocalización referida a la reconstrucción de un campo de concentración destruido después la segunda guerra mundial con el propósito de avanzar en el campo del patrimonio digital. El área que utiliza la aplicación en la actualidad no tiene ningún rastro de ese campo. Para la reconstrucción se utiliza información de documentos y registros históricos. La experiencia se llevó a cabo con dos grupos de estudiantes que utilizaron la aplicación de RA en dos modalidades: uno de ellos, realizó una exploración libre y el otro grupo experimentó un recorrido guiado. Los autores valoran positivamente la experiencia, con algunos resultados ventajosos en la exploración libre.

En [6] se presenta una experiencia de enseñanza geolocalizada de proyectos urbanos con el objetivo de incorporar modelos virtuales 3D de edificios generados por los estudiantes y visionarlos sobre el lugar. Los resultados obtenidos fueron positivos dado que los estudiantes encontraron útil la tecnología de RA y el software utilizado, a pesar de no tener conocimientos previos acerca de las aplicaciones utilizadas.

En [7] se describe una experiencia que utiliza la aplicación TraceReaders. Se localizan puntos de referencia que los estudiantes identifican mediante dispositivos móviles y pueden aumentar la información del lugar con el objetivo de mostrar los pasos de investigación para resolver una situación problemática.

En [8] se describe una aplicación de RA para estudiantes de Anestesiología que, a través del reconocimiento del rostro, permite determinar el grado de dolor del paciente en una escala de 1 a 10. El docente evalúa si el grado de dolor calculado coincide con el sugerido por el estudiante.

En este artículo se describe el diseño de dos plantillas de actividades educativas con RA que incluyen el geoposicionamiento y el reconocimiento de rostro, de manera que puedan aprovecharse estas posibilidades para experiencias educativas. Estas plantillas se diseñan a partir de un análisis llevado a cabo desde tres ejes: el análisis de librerías de RA, de herramientas de autor que posibilitan crear contenidos de RA y de una clasificación de actividades educativas tomadas de diferentes autores y presentada en [9].

De aquí en más este artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se describen y analizan un conjunto de las librerías de RA seleccionadas, en la sección 3 se analizan 6 herramientas de autor seleccionadas a partir de la literatura para revisar sus posibilidades para la construcción de actividades educativas de RA. En la sección 4, se discuten aspectos aún no considerados o escasamente atendidos en las herramientas de autor y en las librerías de RA. En la sección 5, se especifica la funcionalidad de AuthorAR y se presenta el diseño de dos nuevas plantillas para la creación de actividades educativas con RA y su incorporación en esta herramienta de autor. Dichas plantillas se diseñan considerando los estudios previos. Finalmente, en la sección 6, se presentan la discusión y las conclusiones de este trabajo.

2 Librerías de Realidad Aumentada

Las librerías de RA son específicas para el desarrollo de aplicaciones que integran la RA. Presentan diferentes características como el tipo de reconocimiento, la forma de aumentar la escena con elementos virtuales y la plataforma de ejecución.

En [9] y [10] se presenta el conjunto de librerías analizadas a partir de una selección de criterios tecnológicos que permiten clasificarlas y obtener resultados útiles para el desarrollo de aplicaciones con RA. Aquí se resumen algunos resultados. Se seleccionaron 13 librerías: Vuforia, Wikitude, EasyAR, LayAR, KudanAR, ARMedia, DeepAR, MaxST, ARToolKit, XZIMG, VisionLib, ARKit y ARCore. Es importante señalar que, más allá de la amplia variedad de librerías de RA, se seleccionan aquellas que resultan representativas, poseen diferentes características y se evalúan a partir de los siguientes criterios: documentación y versionado, tipos de reconocimiento, detección y seguimiento, plataforma de ejecución (dispositivos móviles o PC) y tipos de licencias que posee (libres, comerciales o educativas).

En la figura 1 se pueden observar los tipos de reconocimiento que caracterizan a las librerías seleccionadas.



Fig. 1. Gráfico sobre tipos de reconocimiento de las librerías seleccionadas. Extraído de [9].

En general, se observa que sólo el 15% cuenta con reconocimiento facial, mientras que alrededor del 62% cuenta con los reconocimientos de marcadores, imágenes y

objetos 3D, que resultan más comunes. El 38% tiene la posibilidad de geolocalización.

Las licencias de software son generalmente comerciales, sólo un 15% posee licencias educativas, mientras que el 46% ofrece licencias libres con características más limitadas y marca de agua en las producciones.

En cuanto a la plataforma de ejecución, el 15% son específicas para dispositivos móviles, mientras que otras resultan híbridas y pueden ejecutarse tanto en PC como en dispositivos móviles.

Este análisis permite determinar para cada aplicación de RA, la/s librería/s más apropiada/s para su desarrollo, dado que cada librería posee puntos fuertes, pero no todas reúnen todas las características.

3 Herramientas de Autor

Las herramientas de autor son sistemas que permiten la creación de aplicaciones informáticas sin necesidad de poseer conocimientos avanzados de programación. Además, en [11] se presenta la siguiente definición: “las herramientas de autor son aquellas que permiten, mediante un proceso más o menos complejo de compilado, la generación de un programa que funciona independientemente del software que lo generó”, y en un sentido más específico, se puede incluir dentro de este grupo a “todas aquellas herramientas que permiten generar actividades, materiales y recursos en formato multimedia”.

Las herramientas de autor generalmente cuentan con facilidades para organizar actividades o interconectar diferentes componentes que permiten adecuar el contenido a los objetivos, los conocimientos y habilidades que se busca desarrollar. La posibilidad de participar en decisiones de diseño, sin necesidad de conocimientos de programación, y a partir de plantillas prediseñadas, convierte a las herramientas de autor en instrumentos de uso cada vez más frecuente en el ámbito educativo.

En [12] se realiza un análisis comparativo de herramientas de autor para la creación de contenidos con RA. Las conclusiones de este trabajo indican que la mayoría no se orientan a la construcción de materiales y/o actividades educativas, sino que se centran en la tecnología RA. En consecuencia, carecen de opciones tales como la presentación de la consigna de la actividad y el *feedback* a los estudiantes, ambas relevantes en los procesos educativos.

En [13] se realiza un análisis de herramientas de autor que posibilitan crear contenidos de RA con objetivos comerciales y educativos. Se distingue la forma en que incorporan RA en el diseño y desarrollo de actividades educativas. Particularmente, se señala el tipo de reconocimiento y el tipo de actividad que plantean. Las conclusiones de este trabajo destacan que estas herramientas permiten a personas que no están familiarizadas a usar este tipo de tecnología, acercarse fácilmente a ésta. De este modo, se constituyen en un aspecto clave para ayudar a la RA a ganar popularidad en diferentes áreas. Sin embargo, no se describen los aspectos específicos para el diseño de actividades educativas.

Profundizando los trabajos previos, se revisan a continuación 6 herramientas de autor que permiten generar contenidos de RA. Para la revisión se tienen en cuenta los

siguientes aspectos: plataformas sobre las que se ejecuta, licencias, actividad de RA que posee y sus características principales. Las herramientas seleccionadas fueron consideradas por el tipo de reconocimiento que ofrecen, su utilización en experiencias educativas y la documentación disponible. Las herramientas seleccionadas son: Aumentaty Author¹, AppyPie², ZapWorks³, AugmentedClass⁴, ActionBound⁵ y AuthorAR [14]. En la Tabla 1 se muestra un resumen de este análisis.

Tabla 1. Herramientas de autor con Realidad Aumentada.

Nombre	Características principales	Plataforma	Licencias	Actividad de RA
Aumentaty Author	Es web para la creación de contenido con técnicas <i>drag-and-drop</i> y móvil para la visualización	Windows y Mac, iOS y Android	Gratuita y comercial	Actividades exploratorias con reconocimiento de códigos QR, marcadores, imágenes y geolocalización
AppyPie	Cuenta con un programa para que los estudiantes diseñen aplicaciones con RA	iOS y Android	Gratuita y comercial	Reconocimiento de imágenes, Geoposicionamiento, visor panorámico y de video 360
ZapWorks	Tiene dos partes para la creación de RA: diseño de escenas y plantillas prediseñadas	iOS y Android	Comercial, gratuita y educativa	Dispone de marcadores propios para aumentar la escena a través de formatos multimedia: imagen, video, botones, galerías
AugmentedClass	Crea contenido en base a múltiples marcadores que interactúan con objetos virtuales	Android	Versión Beta de acceso gratuito	Permite crear proyectos con diferentes actividades asociando imágenes o códigos QR con recursos multimedia
ActionBound	Diseñada para crear 'mapas del tesoro' y visitas interactivas	Windows y Android	Comercial, Gratuita y educativa	Pregunta-Respuesta, información sobre el objeto apuntado o misiones que debe completar
AuthorAR	Presenta diferentes plantillas que incluyen presentación de la consigna de la actividad y <i>feedback</i>	Windows y Android	Creative Commons Educativa	Presentación, exploración y estructuración de frases basado en marcadores.

En el siguiente apartado se realiza una discusión de los aspectos analizados en relación a las librerías y herramientas de RA.

¹ Aumentaty Author. Disponible en <http://www.aumentaty.com/>

² AppyPie. Disponible en <https://www.appypie.com/vr-ar-app-builder>

³ ZapWorks. Disponible en <https://zap.works/>

⁴ AugmentedClass. Disponible en <http://www.augmentedclass.com/>

⁵ ActionBound. Disponible en <https://en.actionbound.com/>

4 Discusión sobre librerías y herramientas de autor de RA

Como ya se ha presentado, las herramientas de autor permiten construir aplicaciones sin tener conocimientos en informática, se orientan al público en general, y suelen guiar a través de plantillas o guías paso a paso la tarea a realizar. En cambio, las librerías conforman un conjunto de funcionalidades orientadas a ayudar al profesional informático a abstraerse de las capas de desarrollo de más bajo nivel necesarias para crear una aplicación, en este caso de RA.

Las herramientas de autor suelen integrar las funcionalidades de diversas librerías de RA, que aportan a la creación de las actividades/contenidos que estas herramientas posibilitan.

De las 6 herramientas de autor analizadas, 4 de ellas permiten asociar un recurso multimedia tal como objeto 3D, video o imagen a un marcador o a un código QR, es decir posibilitan la creación de actividades exploratorias principalmente. Luego, solo 2 de ellas, AumentedClass y AuthorAR, permiten crear una actividad que incluya más de un marcador en simultáneo. Aumentaty author, AppyPie y ActionBound poseen la funcionalidad de crear actividades basadas en geoposicionamiento, aunque éstas no se orientan específicamente al ámbito educativo.

Además, tampoco se encuentran herramientas de autor relacionadas directamente al ámbito educativo, que posibiliten crear actividades con reconocimiento de rostro. Sin embargo, pueden ser de utilidad para conocer sobre las emociones de los estudiantes, aumentando la realidad con información sobre esto, también para aumentar con contenidos del área de Medicina y Ciencias Naturales, por ejemplo. También ha sido empleada en dinámicas como la presentada en EPRA⁶.

Como se mencionó en la primera sección, la utilización de la geolocalización y reconocimiento del rostro, se realizan en experiencias ad-hoc y específicas en su desarrollo. Las herramientas de autor si bien permiten crear este tipo de actividades sin tener conocimientos específicos de programación, no han explorado esta área para la creación de actividades educativas con estas tecnologías.

En cuanto al análisis de las 13 librerías de RA se destacan las posibilidades de reconocimiento que brindan. Dos de ellas son específicas para el reconocimiento de rostro, mientras que 4 poseen el geoposicionamiento como parte de sus características principales. El reconocimiento basado en marcadores lo poseen casi todas las librerías y se destaca el reconocimiento sin marcador en 6 de ellas.

Respecto a las licencias, solo 2 librerías son de código abierto mientras que las otras ofrecen licencias comerciales, gratuitas limitadas o educativas para su uso.

Las plataformas de ejecución varían de acuerdo con la librería, pero la mayoría permite su uso en dispositivos móviles con los sistemas operativos iOS y Android.

Estas librerías favorecen crear diferentes actividades de RA, pero requieren de la *expertise* de los profesionales informáticos para integrarlas en una aplicación. Por esto, se considera que este estudio puede servir para poder crear una herramienta de autor que pueda considerar la creación de actividades basadas en diferentes tipos de reconocimiento, que pueden ser interés para el escenario educativo. Por ejemplo, de las experiencias analizadas en la sección 1, muchas de ellas basadas en geoposicionamiento, se realizan en general a partir de desarrollos ad-hoc. Resulta de

⁶ EPRA. Disponible en <https://epra.info.unlp.edu.ar/>

interés aportar al diseño y desarrollo de herramientas de autor orientadas a crear contenidos y/o actividades educativas con RA y con estos tipos de reconocimiento. En la próxima sección se describe AuthorAR y el diseño de dos nuevas plantillas que se integrarán para ofrecer las posibilidades antes mencionadas.

5 AuthorAR y el diseño de nuevas plantillas de actividades educativas con RA

5.1 Descripción de AuthorAR

La herramienta de autor AuthorAR está diseñada para la creación de actividades educativas con RA. Ha sido creada dentro de un proyecto institucional en el III-LIDI en el marco de una tesis de maestría [14]. Se caracteriza por la creación de proyectos que incluyen actividades educativas con RA, permite también la inclusión de otros recursos multimedia para generar contenido interactivo.

Particularmente, se ha planificado su diseño en dos aplicaciones separadas:

- Editor de proyectos con actividades de RA, llamado AuthorAR. Se utiliza para la creación de proyectos de RA con diferentes actividades educativas.
- Visualizador (*player*) de las actividades. Posibilita al estudiante/destinatario la visualización de las actividades, previamente creadas, en un proyecto de RA desde la herramienta de autor.

AuthorAR ofrece plantillas para el diseño de las actividades, donde se van completando datos tales como el objetivo de la actividad, su consigna, utilizando diferentes recursos multimedia (Texto, Audio, Imagen y video). Al momento se cuenta con dos tipos de plantillas, pero no presenta la posibilidad de crear actividades educativas basadas en geoposicionamiento y en reconocimiento del rostro. Por esto, en este trabajo se presentan, a continuación, dos nuevas plantillas que se han diseñado para su integración en AuthorAR.

5.2 Plantilla de actividad educativa basada en geoposicionamiento

Esta plantilla de actividad educativa se basa en el geoposicionamiento a partir del uso de dispositivos móviles. El objetivo es posibilitar la creación de juegos de preguntas y respuestas, donde las respuestas se basan en la geolocalización del estudiante participante. La configuración de la actividad contempla tres etapas:

- 1) Se registra el nombre de la actividad, se describe la consigna que el estudiante debe seguir y se definen los objetivos para los cuales fue creada.
- 2) Se selecciona la cantidad de preguntas y la cantidad de espacios físicos diferentes (geoposiciones) que intervienen en el juego. Se establece un máximo de cinco preguntas y debe tener la misma cantidad de ubicaciones físicas diferentes para seleccionar. Las selecciones realizadas habilitan la configuración de las preguntas y la descripción de cada posición. Cada una de las preguntas debe llevar el texto de la pregunta y dos respuestas posibles. Cada respuesta se asocia a una geoposición diferente, y representan la

respuesta correcta y la incorrecta. En cada una además se debe seleccionar un recurso multimedia que puede ser un texto, imagen, video u objeto 3D que se muestra como *feedback* cuando el participante llega a la posición. Además, se deben describir las posiciones mediante un nombre y las coordenadas de latitud y longitud. Se brinda la opción de acceder a Google Maps para asociar las coordenadas.

- 3) Se define el orden de las preguntas y el lugar de inicio del juego en unas coordenadas específicas, donde se encontrará con la presentación descrita en la primera etapa (objetivos, consigna, etc.) en conjunto con la primera pregunta.

En la figura 2 se muestra el formulario que se debe completar para agregar una geoposición a la actividad.

Fig. 2. Plantilla de geoposicionamiento para agregar una nueva geoposición que se asocia a la actividad.

Una vez finalizada la configuración de la actividad, el docente exporta el proyecto con el conjunto de actividades creadas en la herramienta de autor. El visualizador es una aplicación móvil que aún está en desarrollo y posibilitará que los estudiantes tengan acceso al proyecto con las actividades de RA creadas.

En la ejecución, el primer paso es seleccionar el juego basado en geoposicionamiento con el nombre específico configurado de la actividad.

El estudiante debe ingresar su nombre y un correo electrónico para registrar su jugada. Luego debe posicionarse en el lugar de inicio para empezar el recorrido. Se muestra, posteriormente, la consigna y los objetivos del juego. Luego se continúa con la primera pregunta, que tiene dos opciones de respuesta que los lleva a ubicarse en dos espacios físicos distintos. Ejemplo: si se encuentran ubicados en el hall central del edificio y las opciones de respuesta hacen referencia a la biblioteca para la respuesta A y al patio para la respuesta B, entonces el estudiante debe ir al lugar asociado a la respuesta que considera correcta. Una vez ubicado en el lugar asociado a la respuesta, se muestra un botón “estoy aquí” para que la aplicación le devuelva el *feedback* respecto a su elección. Si la respuesta es incorrecta, aparece el recurso multimedia seleccionado con la indicación de que vuelva a la ubicación anterior para continuar con el juego. En el caso que la respuesta sea correcta, se muestra el *feedback* y accede a la próxima pregunta para avanzar en el juego hasta completar todas las preguntas de la actividad.

Los aumentos de la escena real debieran guardar relación con el contexto físico en que se presenta la respuesta para que el concepto de RA tome sentido.

Esta plantilla se realiza utilizando las librerías de RA Vuforia y layAR para la visualización de los objetos aumentados en la escena real y el geoposicionamiento.

Cuenta con una base de datos que registra la actividad realizada y las respuestas dadas según el nombre ingresado. Además, se utiliza la API de GoogleMaps para la localización de los espacios físicos seleccionados.

5.3 Plantilla de actividad educativa basada en reconocimiento del rostro

Esta plantilla se basa en el reconocimiento del rostro para mostrar contenido aumentado con RA. Tiene como objetivo aumentar diferentes partes del rostro con información aumentada que pueden ser imágenes u objetos 3D. Esta plantilla puede ser aplicada a áreas de Ciencias Naturales y Medicina, entre otras.

La plantilla permite incluir preguntas con dos posibles respuestas que le permita indagar algún tipo de conocimiento previamente tratado al reconocer una parte del rostro.

La configuración de esta actividad se divide también en etapas, en este caso en dos: en la primera etapa se ingresa el nombre de la actividad, la consigna y se definen los objetivos para los cuales fue creada.

En la segunda etapa se seleccionan las partes del rostro. En este caso, la plantilla permite configurar las siguientes zonas del rostro: frente, ojos, nariz, mejillas, boca y mentón. Se seleccionan las zonas que se van a utilizar y se habilita la configuración de cada una.

Para cada una de las zonas del rostro se permite asociar un aumento a partir de un recurso multimedia o una pregunta. En el caso de ser una pregunta se habilitan las dos respuestas con los recursos multimedia asociados como *feedback*.

De igual manera que en la configuración de la plantilla basada en geoposicionamiento, al finalizar se exporta el proyecto a la aplicación móvil donde los estudiantes tienen acceso para realizar la actividad.

Los pasos a seguir por el estudiante que utiliza una actividad generada con esta plantilla son: registrar un nombre y correo electrónico en la aplicación y seleccionar la actividad a realizar. Luego, se revisa la consigna y los objetivos previstos para esta actividad y, por último, se trabaja con la cámara frontal del dispositivo móvil para visualizar el rostro del estudiante que ejecuta la aplicación.

Se dispone de un menú sándwich para seleccionar la parte del rostro con la que quiere interactuar. No se muestran todos los elementos juntos para evitar la superposición de recursos multimedia. Se seleccionan las zonas una por una, y se aumenta la escena con el recurso multimedia o la pregunta asociada y el *feedback* correspondiente a la respuesta elegida.

Este tipo de plantillas toma como antecedente el estudio realizado con el material educativo digital EPRA para el reconocimiento del rostro [15]. Se busca mejorar tipo de reconocimiento que utiliza EPRA, y la plataforma de ejecución con el uso de librerías que permiten su visualización desde dispositivos móviles, como DeepAR.

6 Discusiones y Conclusiones

En general, la RA no es una tecnología de uso común en las aulas, pero en los últimos años se observa un incremento. Para planificar actividades educativas con

estas tecnologías, es necesario disponer de recursos como notebooks o computadoras de escritorio con cámaras, o con dispositivos móviles, si la aplicación lo permite. Si bien esta puede ser una barrera, la imposibilidad de realizar ajustes a los contenidos que ya se ofrecen de RA, se constituye en una dificultad también. En [16] se menciona la dificultad de docentes e investigadores no informáticos para apropiarse de estas tecnologías.

Uno de los aportes que tiene la utilización de actividades educativas con RA en el aula es la motivación y la posibilidad de abordar e interactuar con contenidos que pueden resultar abstractos o difíciles de comprender. También recrear escenas no existentes en la realidad, y fomentar el aprendizaje en contextos significativos. En los análisis realizados por parte de experiencias que han utilizado RA se observa una mejora en la comprensión de los contenidos, la ejercitación y el análisis de los problemas planteados [10]. Es por esto, que resulta de interés tender puentes para llegar a que los docentes planifiquen actividades educativas que tomen ventaja de estas tecnologías. Se cree entonces, que el uso de herramientas de autor como AuthorAR ayudará a eliminar las barreras en relación a la creación de contenido y actividades educativas con RA que se ajusten a las necesidades de los docentes.

Referencias

1. Saltan, F., Arslan, Ö. (2017). The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 503-520. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00628a>
2. Herpich, F., Nunes, F. B., Petri, G., & Tarouco, L. M. R. (2019). How Mobile Augmented Reality Is Applied in Education? A Systematic Literature Review. *Creative Education*, 10, 1589-1627. <https://doi.org/10.4236/ce.2019.107115>
3. Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Giesinger, C. H., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.
4. Lens-Fitzgerald, M. (2009). Sprxmobile, augmented reality hype cycle. Descargado de http://realidadaugmentadaparaestudiantes.blogspot.com.ar/2017/04/niveles-de-la-realidad-aumentada_29.html
5. Pacheco, D.; Wierenga, S.; Omedas, P.; Oliva, L.S.; Wilbricht, S.; Billib, S.; Knoch, H.; Verschure, P.F.M.J. (2015). A Location-Based Augmented Reality System for the Spatial Interaction with Historical Datasets. In *Proceedings of the 2015 Digital Heritage, Granada, Spain, 28 September–2 October 2015*; IEEE: Washington, DC, USA, 2016; pp. 393–396.
6. Redondo, E., Sanchez Riera, A., Fonseca, D., y Navarro, I. (2014). Enseñanza geolocalizada de los proyectos urbanos. *Nuevas estrategias educativas con ayuda de dispositivos móviles. Un estudio de caso de investigación educativa*, 8(24), 11–32.
7. Kyza, E.A., Georgiou, Y. (2016). Digital tools for enriching informal inquiry-based mobile learning: the design of the TraceReaders location-based augmented reality learning platform. In *Proceedings of the 3rd Asia-Europe Symposium on Simulation & Serious Gaming (VRCAI '16)*. ACM, New York, NY, USA, 195-198. DOI: <https://doi.org/10.1145/3014033.3017432>
8. Xiang, L., Mingbao, Z., Yidi, L., Chuanqing, L. (2019). Application of Augmented Reality Technology for Anesthesiology Major. 4th International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities (ICCESSH 2019). *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. July 2019. ISBN 978-94-6252-752-2

9. Salazar Mesia, N., Sanz, C. y Gorga, G. (2019). Posibilidades de las librerías de Realidad Aumentada en el desarrollo de actividades educativas. XI Congreso sobre Tecnología en Educación & Educación en Tecnología (TE & ET) (San Luis, 2019).
10. Salazar Mesia, N. (2019). Análisis comparativo de librerías de realidad aumentada. Sus posibilidades para la creación de actividades educativas. Descargado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76545>
11. Gómez Villa, Franco Morales, A., Martínez Valenzuela, J., Pastor Marín, P., Marín Saorín, S., Reyes Camacho Marín, S. y Villalba del Baño, J. (2002). "Herramientas de Autor e integración Curricular: 'Las Aventuras de Topy', una aplicación multimedia para el desarrollo de la comunicación alternativa y aumentativa en el aula". Actas del II Congreso Nacional de Nuevas Tecnologías y Necesidades Educativas Especiales, Murcia, España.
12. Moralejo, L. (2014). Análisis comparativo de herramientas de autor para la creación de actividades de realidad aumentada. Descargado de <http://hdl.handle.net/10915/38497>
13. Roberto, R., Paulo Lima, J., Mota, R., Teichrieb, V. (2016). Authoring Tools for Augmented Reality: An Analysis and Classification of Content Design Tools. 9748. 237-248. 10.1007/978-3-319-40406-6_22.
14. Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P., y Baldasarri, S. (2013). Authorar: Authoring tool for building educational activities based on augmented reality. En 2013 international conference on collaboration technologies and systems (cts) (p. 503-507).
15. Salazar Mesia, N., Gorga, G., y Sanz, C. (2016). Experiencia de enseñanza de programación con realidad aumentada. Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática JENUI 2016. Almería, España (3300-008612/18-000), 213-220.
16. Garzón, J., Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. Educational Research Review, Volume 27, 2019, Pages 244-260, ISSN 1747-938X.